

«Сейфуллин окулары – 12: Ғылым жолындағы жастар-болашақтың инновациялық әлеуеті» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференция материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-12: Молодежь в науке - инновационный потенциал будущего" . – 2016. – Т.1, ч.3 – С.321-324

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РЕЛЬСОВЫХ ЛИНИЙ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Еркалин Е.А.

Учитывая актуальность вопросов модернизации секторов экономики, приведение их параметров к мировым стандартам, Президент Республики Казахстан отмечает: «... стало реально возможным обустроить республику действительно исходя из её национальных интересов и потребностей, климатических условий ...» [1]. Для этого обязательно необходимо внедрение на железных дорогах нашей страны передовых технологий и достижений науки.

Управление движением поездов немыслимо без современных систем железнодорожной автоматики и телемеханики, где наиболее ответственным устройством (элементом) контролирующим состояние путевых участков являются рельсовые цепи от надёжности работы, которых зависит эффективность функционирования системы интервального регулирования движения поездов.

Теория рельсовых цепей получила значительное развитие. Разработана стройная теория рельсовых цепей с изолирующими цепями, введены понятия критериев. Получила значительное развитие теории анализа и синтеза рельсовых цепей. Предложены функции рельсовых цепей, резко облегчающие их расчёт. Разработан графоаналитический метод синтеза на основе вспомогательных монограмм.

Разработаны эффективные методы расчёта места минимальной шунтовой чувствительности и ряд других полезных методов. Наибольший вклад в теорию рельсовых цепей внесли Брылеев А.М., Пенкин Н.Ф., Шишляков А.В., Кравцов Ю.А., Аркатов В.С., Лисенков В.М., Бестемьянов П.Ф., Шелухин В.И., Шалягин Д.В., Полевой Ю.И. и другие [2].

Однако до настоящего времени не уточнены коэффициенты бесстыковых рельсовых цепей, при исследованиях таких цепей используются приближенные методы расчёта коэффициентов рельсового четырёхполюсника, основанные на замене смежных рельсовых цепей входными волновыми сопротивлениями и получены приближенные уравнения этих коэффициентов, что не позволило учесть действительное распределение токов и напряжений вдоль смежных рельсовых линий. Из-за отсутствия точных уравнений не была произведена даже оценка погрешности при их использовании. Для определения точных уравнений необходимо рассматривать бесстыковые рельсовые цепи как неограниченные асимметричные рельсовые линии, у которых первичные и вторичные

параметры могут существенно отличаться друг от друга, и на смежных рельсовых цепях могут находиться подвижные единицы.

Тональные рельсовые цепи частично решают вопрос использования бесстыковых рельсовых цепей в системах интервального регулирования движением поездов и так как их длина ограничена до 1 км [3], то требуются большие капитальные затраты при строительстве, и при низких сопротивлениях изоляции они начинают показывать ложную занятость путевых участков.

В настоящее время на железной дороге Республики Казахстан эксплуатируются следующие системы интервального регулирования движения поездов: автоблокировка (АБ) – 10,2 тыс. км (7,4 %); системы диспетчерской централизации (ДЦ) – 9,5 тыс. км (65,5 %); полуавтоматическая блокировка (ПАБ) – 3,6 тыс. км (26 %) эксплуатационной длины линий железных дорог, в которых основными датчиками информации являются рельсовые цепи (РЦ) - постоянного, переменного тока, кодовые, фазочувствительные и тональные [4]. Наибольшее распространение получили рельсовые цепи постоянного и переменного тока, которые могут достигать длины 2,5 - 2,6 км.

При полуавтоматической блокировке используются методы контроля состояния путевых участков без сплошных рельсовых цепей, которые основаны на контроле прибытия или проследования поезда в полном составе. В этом методе используют педали или короткие рельсовые цепи, предусматривают участие человека. В автоматических методах без участия человека используют счётчики осей, вагонов, вагонные индукторы, системы с короткими рельсовыми цепями по всему перегону.

Структурная схема методов контроля состояния путевых участков без сплошных рельсовых цепей представлена на рисунке 1.

На участках железной дороги Республики Казахстан, оборудованных устройствами полуавтоматической блокировкой в основном используется метод контроля путевых участков с короткими рельсовыми цепями или со счётчиками осей (ССО) протяжённостью 1886 км. На остальных участках оборудованных автоматической блокировкой контроль путевых участков осуществляется с использованием типовых рельсовых цепей, которые представляют собой датчик контроля состояния путевого участка.

Согласно статистических данных [5,6] вероятность P безотказной работы рельсовой цепи типовой кодовой автоблокировки в течение года равна 0,82, а среднее время безотказной работы рельсовой цепи 5 лет, то есть в год на каждые пять рельсовых цепей в среднем происходит один отказ. Доля отказов в работе рельсовых цепей за счёт неисправности изолирующих стыков от общего числа отказов в процессе эксплуатации составляет примерно 28% на перегонах и 40-50% на станциях. Параметр потока отказов изолирующих стыков на перегоне составляет 2.68×10^{-6} 1/ч

Вероятность исправной работы изолирующего стыка в течение года равна всего 0,97. В среднем на каждые 40 изолирующих стыков в год случается один отказ.

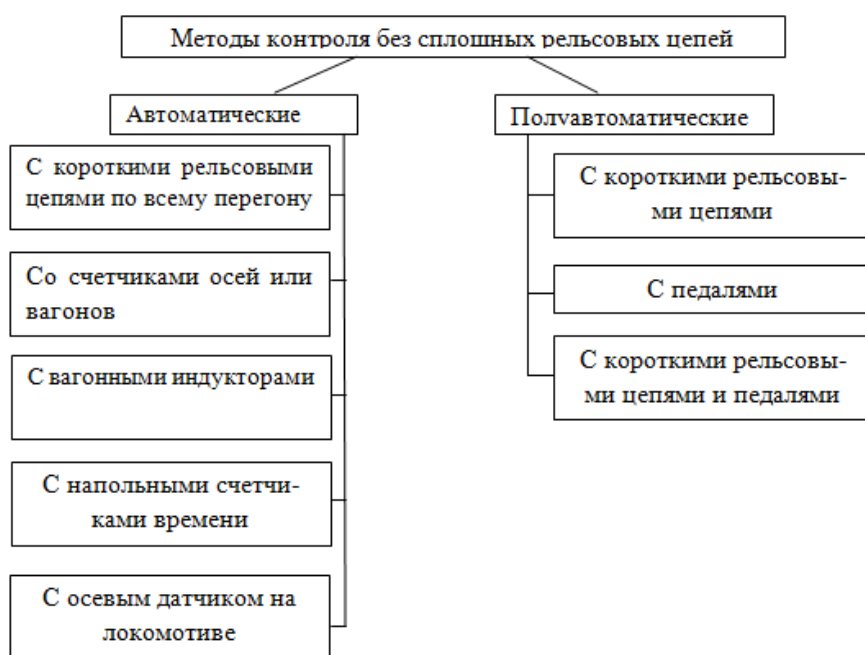


Рис.1 Структурная схема методов контроля путей без сплошных рельсовых цепей

Большой процент отказов имеют также стыки с приварными рельсовыми соединителями и стыки на графитовой смазке. Параметр потока отказов стыков на графитовой смазке в среднем в полтора раза выше, чем у стыков с приварными соединителями. Среднее время безотказной работы составляют 3,7 года для стыков на графитовой смазке и 5,9 года для стыков с приварными соединителями.

Таким образом, низкая надёжность изолирующих стыков, а также внедрение бесстыкового пути ставит задачу исключения изолирующих стыков в рельсовых цепях. Кроме этого, исключение изолирующих стыков даёт ряд дополнительных преимуществ. На участках с электротягой для обхода изолирующих стыков тяговым током устанавливаются дорогостоящие дроссели и дроссель-трансформаторы, которые, увеличивая сопротивление обратному тяговому току, вызывают дополнительные потери электроэнергии. В отличие от них в рельсовых цепях без изолирующих стыков нет необходимости в пропуске тягового тока через дроссель-трансформаторы, поэтому количество последних сокращается вдвое.

Ввиду того, что через дроссель-трансформаторы в рельсовых цепях без изолирующих стыков не проходит тяговый ток, а течёт только ток асимметрии, то могут применяться дроссель-трансформаторы облегчённого типа, что позволит экономить дорогостоящую медь.

Одним из нормативных параметров при проектировании и эксплуатации рельсовых цепей с изолирующими стыками является удельное

сопротивление изоляции, которое принято $r = 1 \text{ Ом} \cdot \text{км}$, но как показали измерения [4], проведённые на различных участках железной дороги Казахстана оно колеблется в широких пределах и зависит от климатических условий. То есть одним из основных возмущающих факторов, неблагоприятно влияющих на работу рельсовых цепей, является сопротивление изоляции рельсовых линий, которое непрерывно изменяется в течение года и суток.

Из всего выше изложенного следует, что важной и неотложной проблемой является разработка таких методов и устройств контроля состояния рельсовых линий, которые позволяют снизить минимально допустимое значение сопротивления изоляции, повысить шунтовую чувствительность, убрать из рельсовых цепей один из самых ненадёжных элементов – изолирующие стыки, упростить их обслуживание.

Применение тональных рельсовых цепей без изолирующих стыков не решает проблемы, так как они имеют небольшую длину, большее количество напольных приборов [7]. Все это позволяет заключить, что системы контроля рельсовых линий должны быть реализованы с помощью принципиально новых методов, которые способствуют повышению длины рельсовой линии, снижению затрат на строительство и эксплуатацию, снижению минимально допустимого сопротивления изоляции, повышению шунтовой чувствительности, сокращению напольных приборов.

Таким требованиям удовлетворяют адаптивные рельсовые цепи (АРЦ), которые учитывают текущее значение сопротивления изоляции, скорость изменения этого сопротивления и продольную асимметрию. Реализация АРЦ с помощью релейного приёмника затруднительна, так как схемные решения получаются чрезвычайно громоздкими, малонадёжными и не позволяют осуществить гибкую адаптацию к значению сопротивления изоляции.

Список литературы

1. Н.А. Назарбаев. Программа «Стратегия-2050» [<http://bnews.kz/ru>]
2. Котляренко Н.Ф. и др. Путевая блокировка и авторегулировка/ Н.Ф. Котляренко, А.В. Шишляков, Ю.В. Соболев, И.З. Скрыпин, В.А. Шишляков. М.: Транспорт, 1983. 408 с.;
3. Nedelchev, N. Jointless track circuit length. IEE PROCEEDINGS-ELECTRIC POWER APPLICATIONS, 1999, p 69-74
4. Булешова Г.К. Статистический анализ отказов СЖАТ – на уровень новых задач. //Поиск//, 2013, №2(1), с.32-38;
5. Аркатов В.С. Кравцов Ю.А., Степенский Б.М. Рельсовые цепи: Анализ работы и техническое обслуживание. М.: Транс-порт, 1990. 295 с.;
6. Лисенков В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов. – М.: ВИНТИ РАН, 1999. – 332 с.;
7. Аркатов В.С., Кравцов Ю.А., Степенский Б.М. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание. - М.: Транспорт, 1990. - 295 с.